

Produit : Trottinette



1. Contexte et problématique

Les émissions de gaz à effet de serre, ont encouragé les municipalités de grandes villes à limiter l'accès au centre villes aux seuls moyens de locomotions dites "à mobilité douce". Après l'engouement suscité par la location des vélos dans certaines agglomérations, on trouve maintenant des services de location de trottinettes électriques. L'entreprise Trott_Sti2d souhaite mettre sur le marché une nouvelle gamme de trottinettes avec une motorisation plus performante pour se démarquer de la concurrence.

Données techniques de la trottinette

- Dimensions : 695 x 160 x 250 mm
- Moteur à courant continu: 100 W
- Batterie : Plomb 2 x 12 V 4,5 A·h en série
- Vitesse nominale: 12 km·h⁻¹
- Autonomie : jusqu'à 15 km
- Temps de charge : De 3 à 9 h
- Poids net (produit) : 8 kg
- Roues AV et AR : diamètre 13,50 cm
- Charge maximale : 70 kg
- Force de mise en mouvement : 20 N



Figure 1 : Trottinette électrique

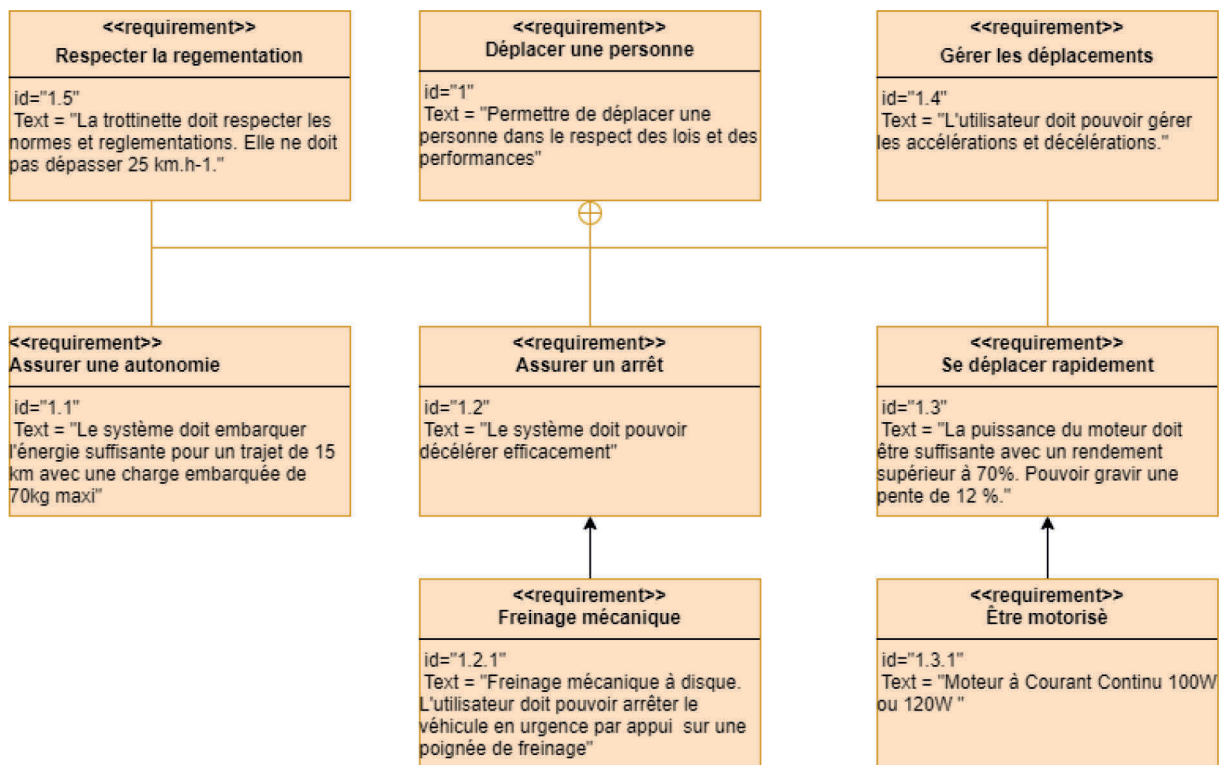


Figure 2 : Diagramme partiel des exigences

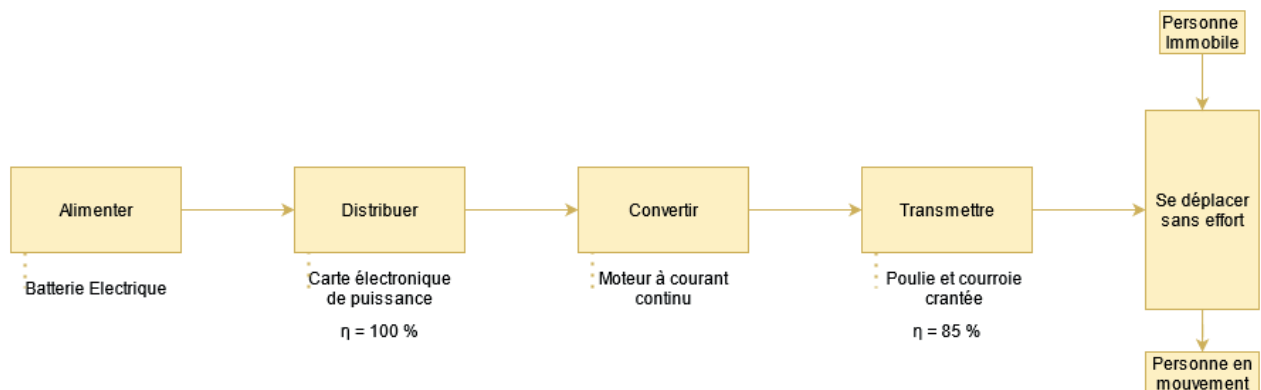


Figure 3 : Structure de la chaîne de puissance

2. Expérimentation

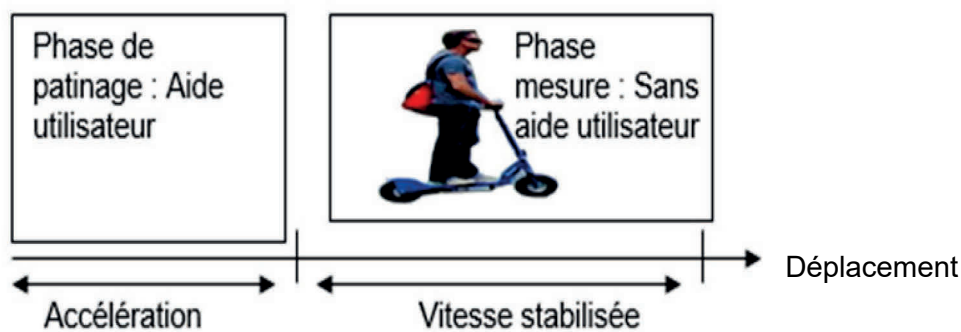
Matériel mis à disposition :

- Trottinette électrique (pont électrique pour insertion pince ampère-métrique)
- Pince ampère-métrique
- Chronomètre
- Décamètre
- Accessoires de sécurité (casque, gilet)

Protocole de mesure temps et courant

Mode opératoire:

Mesure du courant consommé par le moteur sur un parcours plat de 10 mètres.



Une zone de mesure de 10 mètres sera matérialisée par un repère au sol de début et de fin. Il faudra réserver une zone de 2 à 3 mètres nécessaire à l'accélération afin de lancer en patinant la trottinette à sa vitesse maximale.

Une pince ampère-métrique est installée afin de permettre la mesure du courant moteur. Le réglage préalable de la pince est à la charge du candidat.

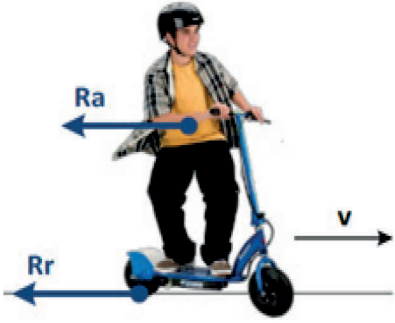
Aide aux calculs avec le tableur :

vitesse(m/s)	Pméca(W)	Imoteur (A)	Pélec (W)
0	0	0	0

Rendement moteur
#DIV/0!

3. Conception

⇒ On rappelle, ci-dessous, les paramètres permettant de dimensionner le moteur de la trottinette.

On donne : La puissance utile P_u (en W) au niveau de la roue est égale au produit de la force F (en N) qui s'oppose au déplacement par sa vitesse linéaire v (en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) : $P_u = F \cdot v$ La force F (en N) qui s'oppose au déplacement est égale à la somme de la résistance aérodynamique R_a et de la résistance au roulement R_r (sur terrain plat et sans vent) : $F = R_a + R_r$	
La relation suivante permet de déterminer la résistance aérodynamique R_a (en N) : $R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S \cdot C_x$ Avec : ρ : masse volumique de l'air en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ v : vitesse linéaire en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ S : surface frontale en m^2 C_x : coefficient de pénétration dans l'air	La relation suivante permet de déterminer la résistance au roulement R_r (en N) sur le plat : $R_r = m \cdot g \cdot C_r$ Avec : m : masse totale en kg g : accélération de la pesanteur = $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ C_r : coefficient de résistance au roulement

⇒ Le tableur (puissance_trott.xls) nous permet d'intégrer ces paramètres et nous facilite le calcul de puissance.

⇒ On retrouve ces paramètres à renseigner sous la forme d'un tableau :

Paramètres				
Masse Totale	Cr	Cf	Pente en %	Scx
0	0	0	0	0

Dans le cas de trottinette, paramétrer les valeurs suivantes :

- La surface frontale du véhicule + conducteur est : $S = 1 \text{ m}^2$
- Le coefficient de pénétration de l'air est : $C_x = 0,7$
- La masse de l'utilisateur est : $m = 70 \text{ kg}$
- La masse de la trottinette est : $m = 8 \text{ kg}$
- Le coefficient de résistance au roulement est : $C_r = 0,02$
- Le coefficient de frottement est : $C_f = 0$

=> Partie choix du moteur

Les moteurs proposés ont des rendements supérieurs à 90%.

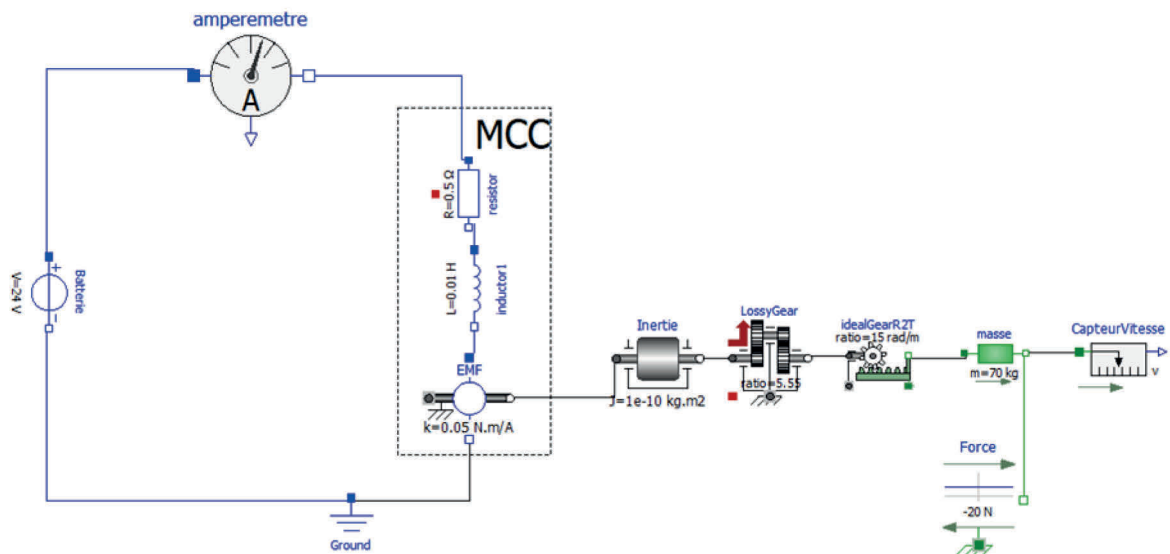


Tableau de choix :

Marque	Série	Type	Vn (V)	n (tr·min ⁻¹)	Cn (Nm)	Pu (W)	Kc (Nm/A)	J (kg·m ²)	Rterm (°C/W)	Rm (Ω)	Ind (mH)	Poids (kg)
Tercesa	56	040	12	3000	0.28	90	0.032	0.00057	2.0	0.08	0.35	1.8
Tercesa	56	040	24	3000	0.28	90	0.065	0.00057	2	0,32	1.41	1.8
Tercesa	56	075	12	1500	0.88	135	0.065	0.0011	1.53	0.12	1.60	2.7
Tercesa	56	075	24	1500	0.88	135	0,129	0.0011	1.53	0,5	7.2	2.7
Tercesa	63	031	12	1500	0.64	100	0.065	0.0024	1.8	0.16	0.19	2.9
Tercesa	63	031	24	1500	0.64	100	0.129	0.0024	1.8	0.6	0.77	2.9

4. Simulation

A l'aide du logiciel de simulation multi-physique, ouvrir le fichier trottelec.mo qui vous est fourni. On observe alors, comme ci-dessous, le modèle multi-physique de la trottinette électrique qu'il est possible et/ou nécessaire de paramétrer.



Dans le cas de notre sujet trottinette, en double-cliquant sur le symbole :

- paramétrer la masse à déplacer :
 - $m = 78 \text{ Kg}$
- paramétrer la force de mise en mouvement :
 - $F = -20 \text{ N}$
- paramétrer la constante K du nouveau moteur à courant continu :
 - $K = 0,065 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$
- paramétrer la résistance R du nouveau moteur à courant continu :
 - $R = 0,32 \text{ } \Omega$
- paramétrer l'inertie J du rotor du nouveau moteur :
 - $J = 570 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- paramétrer également la base de temps à 30 s, double-clic sur 

Les nouveaux paramètres étant tous bien renseignés :

- lancer la simulation, double-clic sur 
- la simulation terminée, clic sur l'onglet en bas à droite de l'écran  afin d'exploiter les résultats. Il suffit de cliquer sur la variable souhaitée et la cocher afin d'obtenir la courbe.